DE

L'ACTION CHIMIQUE

DE LA LUMIÈRE.

6.

THÈSE DE PHYSIQUE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG,

ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

le vendredi 19 août 1853, à 2 heures,

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES,

PAR

P. J. A. BÉCHAMP,

de Bassing (Meurthe),

PHARMACIEN, LICENCIÉ ÈS SCIENCES PHYSIQUES, PROFESSEUR-AGRÉGÉ A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE STRASBOURG.

STRASBOURG,

IMPRIMERIE DE G. SILBERMANN, PLACE SAINT-THOMAS, 3.

1853.

A MA MÈRE.

A. BÉCHAMP.

A M. BERTIN,

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG.

A. BÉCHAMP.

FACULTÉ DES SCIENCES.

Professeurs	Chaires.
DAUBRÉE, doyen	Géologie et minéralogie.
SARRUS, doyen honoraire . . .	Mathématiques pures.
LEREBOULLET	Zoologie et physiologie animale.
FINCK	Mathématiques appliquées.
BERTIN.	Physique.
PASTEUR	Chimie.

COMMISSION D'EXAMEN.

MM. PASTEUR, président.
FINCK, } Examinateurs.
LEREBOULLET, }

La faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les improuver.

DE L'ACTION CHIMIQUE

DE LA LUMIÈRE.

De toute antiquité, sans doute, on a remarqué l'influence de la lumière sur les corps, mais l'observation régulière de cette influence ne date que du siècle dernier.

Schèele ouvre la carrière en observant la décomposition de plusieurs composés métalliques : il constate même l'influence de la lumière sur des mélanges de substances oxydantes et de matières organiques. Priestley, Sennebier, Ingenhousz et Th. de Saussure étudient l'action du même agent sur l'air et l'acide carbonique au contact des parties vertes des plantes. Ce sont là les premières recherches faites avec méthode et dans un esprit vraiment scientifique.

Ritter, Bœckmann, Wollaston et Berthollet continuent et étendent les observations de Schèele.

MM. Thénard et Gay-Lussac découvrent la propriété que possède la lumière de favoriser, de hâter, lorsqu'elle est vive, la combinaison du chlore et de l'hydrogène, et préparent la voie aux expériences contemporaines sur les combinaisons effectuées en présence de cet agent, que la chaleur ne peut pas toujours remplacer.

M. Dumas, en effet, par l'influence de la lumière, obtient l'acide chloracétique et la série chlorée du gaz des marais; M. Malaguti, l'éther bichloré; M. Regnault, les séries chlorées de la liqueur des Hollandais, de l'éther chlorhydrique, ainsi que l'éther perchloré, etc.

Après un long intervalle de temps, pendant lequel on enregistrait des faits nombreux de combinaisons et de décompositions effectuées sous l'influence de la lumière, Niepce, par de patientes et persévérantes recherches, préparait l'avenir de la photographie, que M. Daguerre ouvrit d'une manière si brillante et si inattendue. C'est incontestablement la plus magnifique application qui ait été faite de travaux entrepris dans des vues purement théoriques; mais, il ne faut pas l'oublier, aucune recherche théorique n'est vaine, tôt ou tard la théorie devient réalité, et telle expérience, dont on ne voit pas l'utilité, peut, dans la suite des siècles, devenir l'origine des plus belles applications. Schèele et ses contemporains ne se doutaient pas de l'importance de sa découverte.

L'ensemble des recherches photographiques a singulièrement étendu le cercle de nos connaissances sur l'action chimique de la lumière. MM. Arago, Biot, Herschel, Seebeck, Becquerel, Malaguti, Dumas, Hunt, Talbot, Draper, Moser, etc., suivant la direction de leurs travaux, ont apporté chacun une pierre à l'édifice, les uns pour augmenter davantage le nombre des substances impressionnables, les autres pour expliquer ces curieux et intéressants phénomènes.

Afin de mettre de l'ordre dans notre travail et de pouvoir coordonner le grand nombre de faits importants

qui ont été découverts, nous étudierons d'abord les corps qui ont été soumis à l'action de la lumière. Nous aurons soin d'indiquer pour chacun les circonstances diverses dans lesquelles il a été soumis à l'action de cet agent, et nous profiterons de cet ensemble ainsi disposé pour en tirer les explications théoriques qui termineront la tâche que nous nous sommes imposée.

Nous remarquons d'abord que la lumière a trois modes généraux d'action sur la matière : 1° elle la modifie sans la décomposer, elle se borne à y opérer des mouvements moléculaires qui deviennent sensibles pour nous à la limite extrême de la transformation ; 2° elle détermine des combinaisons, et enfin 3° des décompositions.

Nous diviserons notre travail en quatre parties, dont voici l'énoncé :

I. *Des modifications, sans décomposition, que la lumière détermine dans les corps.*

II. *Des combinaisons effectuées sous l'influence de la lumière.*

III. *Des décompositions opérées sous la même influence.*

IV. *Théories imaginées pour expliquer ces phénomènes.*

I. DES MODIFICATIONS, SANS DÉCOMPOSITION, QUE LA LUMIÈRE DÉTERMINE DANS LES CORPS.

a) *Modifications éprouvées par les corps simples.*

Lorsque le phosphore est exposé à la lumière, dans de l'eau non aérée, sa couleur passe au rouge; dans d'autres liquides, l'alcool par exemple, elle passe du rouge au brun.

Dans différents gaz, sans action chimique sur lui, tels que l'hydrogène, l'azote, l'oxyde de carbone, le gaz oléfiant, etc., il se désagrège en une poudre fine dont la couleur, rouge ou brune, varie avec la nature du gaz. Dans le vide barométrique, d'après Vogel, la même coloration se produit.

M. Schrœtter[1], par des expériences précises, a prouvé que le corps rouge ou brun, qui se forme dans ces différentes circonstances, n'est que du phosphore amorphe, si différent du phosphore ordinaire.

Par l'action de la chaleur longtemps continuée à une température comprise entre 240° et 250° C., le phosphore, il est vrai, se change aussi, dans les gaz précédents, en phosphore amorphe; toutefois, même dans ce cas, la transformation est activée par l'influence de la lumière.

Depuis longtemps déjà, M. Thénard a vu que le phosphore fondu et subitement refroidi devient noir.

La chaleur, ici, se rencontre donc avec la lumière pour produire des modifications moléculaires. Cependant on n'attribuera pas à la chaleur la modification opérée par la lumière solaire, la température de cette lumière ne s'élevant jamais au degré d'intensité que nécessite la chaleur seule pour opérer la transformation dont nous venons de parler.

M. Kallhofert[2] cite comme modification curieuse du phosphore sous l'influence de la lumière et du sulfure de carbone, le résultat de l'expérience suivante: une

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, XXIV, 406.

[2] Gmelin, *Traité de chimie*, I, 558.

dissolution de phosphore dans ce composé a été abandonnée sous l'eau dans un vase couvert. Après l'évaporation du sulfure de carbone, le phosphore resta liquide. Exposé ensuite, pendant quatre mois, à la lumière solaire, il resta liquide, mais se couvrit d'une poudre cristalline. Porté ensuite à l'ébullition et exposé, pendant quatre semaines, à l'action du soleil, il resta encore liquide; exposé dans l'eau à la température de — 15°, il conserva sa liquidité sous l'eau congelée. Mais, comme il n'a pas fait d'analyse, on peut se demander si, dans cette transformation, le sulfure de carbone n'a pas agi chimiquement.

D'après Fritzsche[1], les vapeurs de soufre condensées en gouttelettes sur une plaque de verre, ne se solidifient qu'après plusieurs jours, quand on les laisse dans un repos parfait; elles se solidifient au bout de quelques heures si l'on remue la plaque ou bien lorsqu'on l'expose à la lumière solaire.

M. Draper[2] a trouvé que le chlore, exposé à la radiation solaire, acquiert la propriété de se combiner avec l'hydrogène dans l'obscurité. C'est le rayon indigo du spectre qui produit cette modification le plus rapidement.

L'action de la chaleur produit le même effet.

Le chlore insolé jouit encore de la propriété de décomposer l'eau dans l'obscurité, et cette action décomposante, d'après le même observateur, est proportionnelle à la durée de l'insolation.

[1] Gmelin, *Traité de chimie*, I, 606.
[2] *L'Institut*, XI, 320 et 321.

MM. Favre et Silbermann[1] ont prouvé de leur côté, que le chlore qui a été soumis à l'irradiation solaire, dégage un plus grand nombre d'unités de chaleur pendant sa combinaison avec la potasse caustique que celui qui a été conservé dans l'obscurité; ces auteurs attribuent cette modification à une absorption de chaleur solaire par le chlore.

J'ai constaté que le chlore, d'abord insolé, ne s'unit pas avec l'oxyde de carbone dans l'obscurité.

b) *Modifications éprouvées par des corps composés.*

Le sulfate de nickel peut, suivant les circonstances dans lesquelles il a cristallisé, affecter deux formes cristallines qui appartiennent à deux systèmes différents. M. Mitscherlich a observé[2] que, si l'on expose pendant deux ou trois jours des rhomboèdres de ce sel à l'action du soleil, ils se changent en un agrégat d'octaèdres à base carrée, tout en conservant, avec leur forme extérieure, la totalité de leur eau.

Le séléniate de zinc, isomorphe avec le sel précédent, se comporte de la même manière lorsqu'on le place dans les mêmes circonstances.

Il serait intéressant de savoir si, en exposant ces deux sels à l'action d'une température inférieure à celle qui leur ferait perdre de l'eau de cristallisation, le même mouvement moléculaire se produirait.

Le bichrômate de potasse, exposé au soleil, donne,

[1] *Comptes rendus*, etc., XXVII, 362.

[2] Gmelin, *Traité de chimie*, III, 349.

avec le nitrate d'argent, du chrômate d'argent de couleur plus intense que celui obtenu avec le bichrômate conservé dans l'obscurité. Il en est de même de la couleur du bleu de Prusse formé par le cyanure jaune et un persel de fer, lorsque le cyanure a reçu préalablement l'impression de la lumière du soleil. HUNT[1].

D'après M. FISCHER, le cyanure jaune cristallise, dans l'obscurité ou dans la lumière diffuse, en grandes lames triangulaires; dans une vive lumière, il perd le pouvoir d'affecter cette forme, il devient pulvérulent et cristallise en dendrites[2].

Un tube fermé par un *diaphragme* est rempli d'une dissolution d'iodure de potassium et placé ensuite dans une dissolution de nitrate d'argent; faisant alors communiquer par un fil de platine les deux dissolutions, il se dépose des cristaux d'argent sur le platine dans l'obscurité, mais rien au soleil. HUNT[3].

II. DES COMBINAISONS EFFECTUÉES SOUS L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE.

Le premier fait observé de combinaison effectuée sous l'influence de la lumière est celui du chlore avec l'hydrogène. Cette observation a été faite par MM. GAY-LUSSAC et THÉNARD, avant 1812. On sait quelle brillante application on a fait de ce résultat pour obtenir les composés remarquables dans lesquels le chlore, le brôme et l'iode

[1] *L'Institut*, XIII, 197.
[2] MOIGNO, *Répertoire d'optique moderne*, 975.
[3] *L'Institut*, XIII, 197.

se substituent à l'hydrogène dans les molécules organiques.

Ce paragraphe peut être divisé en deux parties : *a*) combinaisons effectuées sans produits secondaires; *b*) combinaisons accompagnées de produits secondaires.

a) *Combinaisons effectuées sans produits secondaires.*

Chlore et hydrogène. MM. Gay-Lussac et Thénard observèrent d'abord que l'action, nulle dans l'obscurité, s'accomplit lentement dans la lumière diffuse, et avec détonation dans la lumière directe du soleil. Ces illustres chimistes firent encore voir que la chaleur peut remplacer la lumière; l'inflammation a lieu à 200° ou en plongeant dans le mélange une bougie allumée[1].

Plusieurs physiciens et chimistes ont depuis examiné de plus près le phénomène.

M. Bérard[2] plaça le mélange dans le spectre solaire, au delà de la limite du violet, dans le violet, dans le bleu, dans le jaune, dans le rouge et au delà du rouge; il n'y eut pas de détonation, mais l'action chimique de la lumière, rendue sensible par la décoloration ou par l'absorption du produit de la combinaison, alla en décroissant de l'extrême violet au rouge, où elle est nulle comme au delà.

M. Draper[3], de son côté, a trouvé que l'action maximum est dans l'indigo. Il a vu de plus que le rouge prisma-

[1] Thénard, *Traité de chimie*, I, 141.
[2] *Mémoires d'Arcueil*, III, 34.
[3] Moigno, *Répertoire d'optique moderne*, 947.

tique, qui n'effectue pas la combinaison, a cependant une influence, car le mélange se combine ensuite plus facilement à la lumière diffuse

M. SEEBECK[1] était arrivé au même résultat que M. BÉRARD, mais d'une manière moins nette, en faisant agir sur le mélange la lumière qui avait traversé des verres blancs, bleus et rouges.

M. DRAPER[2] a trouvé que la combinaison ne s'effectue pas sous un écran de bichrômate de potasse en dissolution.

La nature de la lumière paraît aussi avoir de l'influence sur la combinaison, ainsi que la proportion des gaz mélangés.

M. BRANDE[3] a vu la combinaison se faire avec explosion dans la lumière électrique des cônes de charbon.

D'après M. SEEBECK[4], la combinaison a lieu avec explosion dans la lumière blanche des feux de Bengale, et, d'après DRUMMOND, dans la lumière éclatante du mélange explosif d'hydrogène et d'oxygène.

M. BISCHOFF[5] ayant fait un mélange de 1 1/2 volume de chlore et 1 volume d'hydrogène, trouva que le mélange se combine avec explosion, même à la lumière diffuse ou dans la lumière rouge de l'aurore.

Chlore et oxyde de carbone. J. DAVY[6] a vu que ces deux gaz ne se combinent pas dans l'obscurité, mais à la lu-

[1] *Mémoires d'Arcueil*, III, 35.
[2] *L'Institut*, VIII, 140.
[3] *Ann. de chimie et de phys.*, XIX, 205.
[4] GMELIN, I, 755. — [5] *Ibid.*
[6] GMELIN, I, 761.

mière diffuse la combinaison s'effectue au bout de vingt-quatre heures; au soleil, elle est complète dans quelques minutes.

Chlore et gaz oléfiant. Ces deux gaz ne réagissent pas l'un sur l'autre dans l'obscurité. A la lumière diffuse, ils se combinent purement et simplement, pourvu qu'ils soient humides. Sous l'influence de la radiation solaire, l'action est plus énergique, mais sans détonation. Les gaz secs ne se combinent pas à la lumière diffuse[1].

Le brôme et l'iode se combinent aussi et directement avec le gaz oléfiant sous l'influence de la lumière[2].

Chlore et benzine[3]. Ces deux corps ne se combinent pas dans l'obscurité; l'action, faible à la lumière diffuse, devient plus vive au soleil.

b) *Combinaisons accompagnées de produits secondaires.*

Ce paragraphe est celui qui offre le plus grand nombre d'exemples et les résultats les plus étonnants. Plusieurs des réactions accomplies sous l'influence de la lumière peuvent l'être également sous l'influence de la chaleur.

Le chlore, le brôme et l'iode sont les trois corps dont l'action sur la matière organique, en présence de la lumière, a été le mieux étudiée. Ici, l'action de la lumière, abstraction faite de la chaleur, est bien évidente; car, sous l'influence de ce dernier agent, ou bien il n'y a pas

[1] *Traité de chimie*, de M. REGNAULT, IV, 616.
[2] *Traité de chimie*, de M. REGNAULT, IV, 621.
[3] GERHARDT, *Traité de chimie org.*, I. 571.

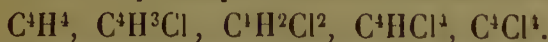
de réaction, ou destruction plus ou moins complète de la matière.

L'action réductrice de certaines substances organiques sur des composés minéraux s'exerce aussi bien dans la lumière que sous l'influence de la chaleur.

L'influence de la lumière sur la végétation et sur le développement des êtres en général est certaine et nécessaire.

MM. GAY-LUSSAC et THÉNARD ont prouvé que la décoloration de plusieurs matières tinctoriales organiques sous l'influence de la lumière peut aussi avoir lieu par la chaleur entre 160 et 200° au contact de l'air.

Chlore et hydrogènes carbonés. Le chlore et le gaz oléfiant se combinent d'abord simplement, comme on l'a vu. Si l'action de la lumière solaire est continuée, M. REGNAULT[1] a fait voir qu'on peut obtenir les deux séries :



$$C^4H^4,\ C^4H^3Cl,\ C^4H^2Cl^2,\ C^4HCl^4,\ C^4Cl^4.$$



$$C^4H^4Cl^2,\ C^4H^3Cl^3,\ C^4H^2Cl^4,\ C^4HCl^5,\ C^4Cl^6.$$

Le brôme, même sous l'influence très-prolongée des rayons solaires, ne va pas plus loin que le terme $C^4H^3Br^3$.

L'iode[2] se borne au composé $C^4H^4I^2$.

La liqueur des Hollandais, sous l'influence de l'eau et de la lumière, se transforme en acide chlorhydrique et éther acétique[3]. MITSCHERLICH.

Le chlore et le gaz des marais ne se combinent que difficilement : à la lumière diffuse même, le chlore étant en

[1] REGNAULT, *Traité de chimie*, IV, 616.
[2] REGNAULT, *Chimie*, IV, 622.
[3] GMELIN, I, 158.

excès (3 vol. de ce dernier pour 1 vol. du premier), il y a violente détonation, formation d'acide chlorhydrique et dépôt de charbon ; mais si, comme M. DUMAS[1] l'a fait, on modère l'action du chlore en le mêlant avec son volume d'acide carbonique, on peut arriver à la série :



$$C^2H^4,\ C^2H^3Cl,\ C^2H^2Cl^2,\ C^2HCl,\ C^2Cl^4.$$

La naphtaline[2] est attaquée par le chlore dans l'obscurité déjà ; cependant l'action paraît être incomparablement plus vive à la lumière diffuse ou directe. La chaleur peut ici remplacer l'action lumineuse.

Chlore et produits de la série des alcools.

Chlore et alcool[3]. Ces deux corps réagissent déjà dans l'obscurité, l'action devient plus vive si on élève la température et elle ne se termine qu'en exposant l'appareil aux rayons directs du soleil, pour former le chloral, produit limite.

Chlore et éthers simples. Lorsque le chlore et l'éther réagissent l'un sur l'autre à la lumière diffuse, le produit limite, découvert par M. MALAGUTI, est l'éther bichloré ($C^4H^3Cl^2O$). Mais M. REGNAULT a vu que l'éther étant en excès, il se produit le premier terme, C^4H^4ClO. Sous l'influence de la radiation solaire, le chlore continue d'agir très-vivement, et il a trouvé que tout l'hydrogène étant

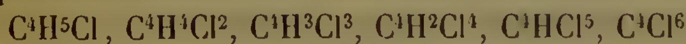
[1] *Ann. de chimie et de phys.*, LXXIII, 94.
[2] BECQUEREL, *Traité de physique*, II, 193.
[3] REGNAULT, *Traité de chimie*, IV, 661.

enlevé, on obtient[1] pour produit final l'éther perchloré C^4Cl^5O.

Cet exemple montre bien comment la lumière, habilement utilisée, devient un agent chimique très-précieux.

L'éther sulfhydrique et le chlore sont un exemple frappant de la vivacité d'action que détermine la lumière. L'action est si vive que l'éther sulfhydrique prend feu quand on le verse dans un flacon plein de chlore. La réaction, commencée dans un lieu peu éclairé, s'achève au soleil et donne le produit limite C^4HCl^4S. Regnault[2].

Par l'action habilement ménagée de la radiation solaire, M. Regnault[3] a obtenu avec l'éther chlorhydrique la série complète



$$C^4H^5Cl,\ C^4H^4Cl^2,\ C^4H^3Cl^3,\ C^4H^2Cl^4,\ C^4HCl^5,\ C^4Cl^6$$

dont le dernier terme est le même que le dernier de la liqueur des Hollandais. L'action est nulle d'ailleurs sous l'influence d'une faible lumière.

Chlore et acide acétique. Le chlore agit très-vivement sur l'acide acétique; la réaction terminée au soleil donne l'acide chloracétique, composé très-remarquable, découvert par M. Dumas[4], et qui a été l'origine de nombreux travaux sur les éthers, dans les mêmes circonstances.

Chlore et éthers composés. Les phénomènes de substitution du chlore à l'hydrogène sous l'influence de la lumière, tant dans la molécule de l'acide que dans celle de l'éther, ont été bien établis par plusieurs chimistes.

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, deuxième série, LXXI, 353

[2] *Ibid.* — [3] *Ibid.*

[4] *Comptes rendus*, II, 474.

C'est ainsi que M. Malaguti, sous l'influence de la lumière diffuse, a reconnu la formation du composé $C^4H^3Cl^2O$, $C^4H^3O^3$, et M. Leblanc[1], sous celle d'une radiation solaire intense, le terme final C^4Cl^5O, $C^4Cl^3O^3$. L'éther formique donne à la lumière diffuse le composé $C^4H^3Cl^2O$, C^2HO^3, et au soleil le produit final C^4Cl^5O, C^2ClO^3. M. Malaguti, sous l'influence de la lumière solaire, a produit l'éther oxalique perchloré C^4Cl^5O, C^2O^3. M. Cahours, à la lumière diffuse, a obtenu l'éther carbonique bichloré $C^4H^3Cl^2O$, CO^2, et M. Malaguti, à la radiation solaire, l'éther carbonique perchloré C^4Cl^5O, CO^2.

Les produits chlorés de la série méthylique ne se forment également que sous l'influence de la lumière diffuse ou solaire[2].

Chlore et acides gras. M. Carlet[3] a substitué le chlore à l'hydrogène dans l'acide sébacique, en exposant ce composé dans le chlore sec sous l'influence de la radiation solaire; il a obtenu successivement les termes $C^{20}H^{17}ClO^8$ et $C^{20}H^{16}Cl^2O^8$.

Chlore et substances diverses. Le chlore, en agissant sur l'acide cyanhydrique ou sur le cyanure de mercure, sous l'influence de la lumière, donne naissance aux composés gazeux, liquide ou solide, connus sous le nom de chlorures de cyanogène.

M. Jules Bouis[4], en faisant agir le chlore sur une dissolution aqueuse de cyanure de mercure, sous l'influence

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, X, 197.
[2] *Traité de chimie*, de M. Regnault, IV, 686.
[3] *L'Institut*, XXI, 250.
[4] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, XX, 446.

de la lumière, est arrivé au composé qu'il représente par la formule $C^8Az^4Cl^8$, C^4Cl^6.

Chlore et eau. Le chlore et l'eau n'agissent pas l'un sur l'autre dans l'obscurité; à la lumière diffuse, l'action commence et devient plus énergique au soleil. Le chlore insolé, comme on l'a vu, décompose l'eau même dans l'obscurité.

M. Dœbereiner a vu se déposer des cristaux de soufre dans la dissolution brune de l'iode dans l'alcool absolu, saturée d'acide sulfureux et exposée à la lumière.

La dissolution bleue de l'iodure d'amidon dans l'eau est décolorée par la lumière blanche ainsi que par les rayons jaunes et verts du spectre; la réduction est opérée dans quelques minutes au foyer d'un miroir ardent, et ce qu'il y a de remarquable, tandis qu'ici le rayon rouge agit, le bleu n'agit que faiblement et le violet pas du tout. Voilà donc le violet qui agit comme agent protecteur[1]. Grotthuss.

Sels métalliques en présence de matières organiques.

Les dissolutions du chlorure d'or dans l'alcool et du bichlorure de platine dans l'éther déposent du métal à la lumière. La réduction de l'or est plus rapide dans la lumière bleue.

Rumfort[2] a constaté que les sels d'or et d'argent ne sont réduits par le charbon et les huiles que sous l'influence de la chaleur de l'eau bouillante ou sous celle des rayons lumineux.

[1] Gmelin, I, 160.
[2] *Statique chimique*, de Berthollet, I, 198.

Tout récemment, M. Hunt[1] a fait la curieuse observation que la lumière qui a traversé un verre jaune, est la plus favorable à la production des cristaux d'argent, lorsqu'un sel de ce métal en dissolution se trouve en présence du charbon.

D'après le même physicien, un mélange de bichrômate de potasse et de sulfate de cuivre en dissolution dépose du chrômate de cuivre dans l'obscurité; il ne se dépose rien à la lumière[2]. Des mélanges de divers sels d'argent et de protosulfate de fer ne sont réduits à l'obscurité qu'au bout de quelques jours; au soleil, la réduction commence immédiatement[3].

Tout le monde sait que la toile imprégnée de nitrate d'argent ne noircit qu'à la lumière; que du papier enduit de sesquichlorure d'or en dissolution aqueuse, devient rouge par dépôt d'or très-divisé, et que l'action commencée dans la lumière se continue d'elle-même dans l'obscurité.

Les chlorures de cuivre et d'uranium en présence de l'éther sont réduits en protochlorures sous l'influence de la lumière.

Le bichlorure de mercure en dissolution éthérée se réduit en protochlorure sous l'influence des rayons blancs et bleus; la réduction est nulle dans le rouge (Vogel). Il en est de même de la solution éthérée du sesquichlorure de fer.

Les oxalates des sesquioxydes de fer et de manganèse sont réduits à la lumière solaire en oxalates de protoxyde.

[1] *Cosmos*, I, 699.
[2] *L'Institut*, XIII, 197. — [3] *Ibid.*, XII, 388.

La réduction se fait également dans le bleu et le violet. La chaleur de l'ébullition ne réduit pas l'oxalate de peroxyde de fer.

Certains chlorures métalliques, en présence de l'acide oxalique, se réduisent sous l'influence de la chaleur comme sous celle de la lumière; par exemple : le sesquichlorure d'or et le bichlorure de platine.

Le chlorure double d'iridium et d'ammoniaque se réduit par la lumière et non par la chaleur de l'ébullition.

Si l'on broie dans l'obscurité de l'empois d'amidon avec de l'iodure de plomb fraîchement précipité jusqu'à ce que le mélange soit devenu uniformément jaune, il bleuit très-rapidement à la lumière diffuse et instantanément à la lumière directe du soleil. SCHŒNBEIN[1].

La dissolution rouge du sulfocyanure ferrique dans l'alcool se réduit en sulfocyanure ferreux incolore sous l'influence de tous les rayons du spectre et le plus rapidement dans le bleu verdâtre. Au foyer d'un miroir concave, la réduction se fait en quelques minutes; elle se fait même par la lumière d'une lampe d'Argant à la distance d'un pouce[2].

Cette expérience de GROTTHUSS est remarquable, parce qu'elle montre l'existence des rayons chimiques dans toutes les couleurs du spectre.

Action de la lumière sur les matières organiques au contact de l'air.

Le bichlorure de platine et l'eau de chaux ne réagissent

[1] *Ann. de Poggend.*, LXXIII, 136.
[2] GMELIN, I, 159.

pas dans l'obscurité; au soleil, dans la lumière blanche ou violette, il se forme un précipité de platinate de chaux. Rien dans le rouge et dans le jaune HERSCHEL[1].

La résine de gaïac est une substance impressionnable à la lumière; WOLLASTON[2] a depuis longtemps montré que du papier enduit de cette résine devient bleu, de jaune qu'il était, lorsqu'on l'expose à la lumière. La couleur bleue est la couleur finale; elle est précédée du vert et du vert bleuâtre. WOLLASTON a de plus fait la remarque très-intéressante que les rayons les plus réfrangibles sont les plus actifs, que les rayons les moins réfrangibles ramènent la teinte bleue à la couleur jaune primitive et que la chaleur produit le même effet.

M. BIOT[3] a montré que la matière impressionnable dont il s'agit est incolore par elle-même; c'est l'acide gaïacique.

La lumière, en agissant sur la résine de gaïac, détermine une véritable oxydation, et les rayons les moins réfrangibles, une réduction. On sait, en effet, que, pour reconnaître la résine de gaïac ou le bois de gaïac, il suffit de le toucher avec un peu d'acide nitrique pour le faire bleuir, et que la plupart des agents oxydants produisent le même effet. L'acide sulfureux ramène la couleur bleue à sa teinte primitive[4].

L'action de la chaleur dans cette circonstance peut produire le même effet de coloration que la lumière, mais il faut le contact de l'air ou de l'oxygène.

[1] *L'Institut*, XIII, 197.

[2] BERZELIUS, *Traité de chimie*, I, 44.

[3] *Comptes rendus*, 22 avril 1839.

[4] PELOUZE, *Traité de chimie*, III, 546.

La décoloration de beaucoup de matières végétales sous l'influence de la lumière ne s'explique bien qu'en admettant une oxydation. Mais MM. Thénard et Gay-Lussac ont constaté que les mêmes oxydations pouvaient avoir lieu dans l'air, à l'obscurité, sous l'influence d'une température de 160 à 200°.

M. Chevreul[1], pour tenir compte de l'influence du milieu et de celle de l'étoffe sur la décoloration des matières tinctoriales soumises à l'action de la lumière, a placé des étoffes de coton, de soie et de laine, teintes avec du curcuma, du rocou, du carthame, de l'orseille, de l'acide sulfindigotique, de l'indigo et du bleu de Prusse, dans les milieux suivants ; 1° vide sec, 2° air sec, 3° air saturé de vapeur d'eau, 4° dans l'atmosphère, 5° la vapeur d'eau pure, 6° l'hydrogène sec et 7° l'hydrogène saturé de vapeur d'eau.

La conclusion la plus générale à tirer de ces expériences nous paraît être la suivante :

L'altération d'une même substance tinctoriale est variable avec la nature du milieu et avec celle de l'étoffe.

Les substances tinctoriales sont inégalement altérables dans le vide sous l'influence de la lumière ; ainsi, le curcuma s'altère quelle que soit l'étoffe ; l'indigo, au contraire, ne s'altère pas ; l'acide sulfindigotique, altéré sur le coton et la laine, ne l'est pas sur la soie.

Dans l'hydrogène sec, l'action est la même que dans le vide.

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, deuxième série, LXVI, 71.

La présence de l'air et de l'humidité influe très-notablement sur la destruction des matières tinctoriales.

Le bleu de Prusse présente des phénomènes que M. Chevreul[1] résume ainsi :

1° Sous l'influence du soleil, le bleu de Prusse, dans le vide, perd sa couleur bleue en perdant du cyanogène ou de l'acide cyanhydrique ;

2° Il reprend sa couleur bleue instantanément sous l'influence de l'oxygène absolument sec ;

3° Dans cette coloration, il se produit une quantité de peroxyde de fer correspondante à la quantité de fer décyanuré, peroxyde qu'on peut dissoudre dans l'acide chlorhydrique ;

4° Il reste à expliquer pourquoi le bleu de Prusse, fixé dans le coton et la soie, peut être décoloré en perdant du cyanogène ou de l'acide cyanhydrique, et recoloré sous l'influence de l'oxygène jusqu'à cinq fois, sans paraître altéré dans sa couleur et sans qu'alors il cède une quantité notable de peroxyde de fer à l'acide chlorhydrique.

Les teintures alcooliques des feuilles vertes conservent, d'après Grotthuss, le plus longtemps leur couleur dans le rayon bleu verdâtre du spectre.

Les parties vertes des plantes vivantes décomposent, comme on sait, l'acide carbonique de l'air sous l'influence de la lumière. Sennebier et Tessier ont montré que la lumière violette est la plus active, et que les plantes pâlissent dans les rayons jaunes.

D'après Vassali et Tessier, la lumière lunaire et celle des

[1] Moigno, *Répertoire d'optique moderne*, 1717, quatrième partie.

bougies manifesteraient quelque action. Cette dernière action a été démontrée; en effet, MM. DE HUMBOLDT et DE CANDOLLE ont verdi des plantes: le premier, à la clarté de deux lampes; le second, à la clarté de six lampes d'Argant, à 0m,33 de distance[1].

M. VOGEL a vu les pétales de coquelicot se décolorer plus rapidement sous verre bleu que sous verre blanc.

Quant à l'influence des verres colorés sur la végétation, elle a été mise hors de doute par les expériences récentes de MM. HUNT[2], ZANTEDESCHI[3], GARDNER[4], etc.

M. DRAPER[5] a vu aussi que les écrans liquides, que nous citerons plus loin (page 34), n'empêchent pas complétement la germination, la décomposition de l'acide carbonique par les plantes et leur coloration en vert, faits qui sont en contradiction avec les expériences de M. HUNT[6].

M. PASTEUR[7] a reconnu qu'en exposant au soleil, seulement durant quelques heures, un sel de quinine et de cinchonine quelconque, en solution étendue ou concentrée, il s'altère à tel point que la liqueur prend une coloration rouge brun extrêmement foncée. Cette altération est d'ailleurs de la même nature que celle qui s'effectue sous l'influence d'une température élevée. M. PASTEUR a expliqué ainsi la formation des matières colorantes et résineuses qui gênent dans la fabrication de la quinine.

[1] MOIGNO, *Répertoire d'optique moderne*, 1095.
[2] *L'Institut*, VIII, 179; XI, 331; XII, 387; XV, 293.
[3] *Ibid.*, XII, 157. — [4] *Ibid.*, XII, 183.
[5] *Ibid.*, VIII, 140.
[6] *Ibid.*, VIII, 179.
[7] *Ibid.*, XXI, 250.

III. DES DÉCOMPOSITIONS EFFECTUÉES SOUS L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE.

Les décompositions opérées par la lumière se manifestent dans les mêmes circonstances que les combinaisons qu'elle favorise, c'est-à-dire que les rayons les plus réfrangibles sont encore ici les plus actifs. Nous avons vu que c'est par des décompositions que la lumière s'est montrée pour la première fois comme agent chimique puissant, et, dans ce cas encore, elle montre une action spéciale, indépendante de l'action calorifique.

Si l'on compare l'influence décomposante de la lumière à la même action exercée par la chaleur, l'on observe que celle de la lumière s'exerce indifféremment sur les corps les plus stables, comme le chlorure d'argent, et sur les moins stables, comme l'acide hypermanganique, tandis que la chaleur ne détruit que des combinaisons qui ont été formées indirectement ou dans des conditions fixes de température. Dans tous les cas, il est facile de distinguer l'action chimique de la lumière de celle de la chaleur, car celle-ci ne s'exerce le plus souvent qu'au delà de la température de l'eau bouillante, par conséquent à une température que n'atteint jamais la lumière solaire à la surface de la terre.

L'action la plus simple est celle où la lumière se contente d'opérer des séparations; dans d'autres cas, les phénomènes de décomposition sont accompagnés de produits secondaires.

Après avoir rapidement donné la liste des combinai-

sons destructibles par la lumière, nous étudierons spécialement les circonstances diverses dans lesquelles le chlorure, le brômure et l'iodure d'argent se détruisent.

D'après M. Vogel, les sels qui contiennent de l'eau de cristallisation la perdent, sous l'action de la lumière solaire, plus vite sous un verre bleu que sous un verre rouge[1].

Schèele[2] avait déjà vu que l'acide azotique se décompose en vapeurs rutilantes et en oxygène. Depuis, M. Seebeck a constaté que l'action, énergique sous des verres blancs et bleus, ne se manifeste pas sous des verres jaune rougeâtre.

L'acide manganique et l'acide hypermanganique ou leurs sels, en dissolution, sont décomposés par la lumière.

L'oxyde puce de plomb se réduit en oxyde rouge (minium), auquel la lumière fait prendre une couleur sale dont la cause est inconnue.

Les oxydes noirs et rouges de mercure sont décomposables par la lumière[3]: le premier, en mercure métallique et en oxyde rouge qui, à son tour, perd insensiblement de l'oxygène pour se réduire en mercure métallique.

M. Seebeck[4] a vu l'oxyde rouge, délayé dans l'eau, se réduire, dans la lumière blanche ou bleue, en mercure, oxyde noir et oxygène. Sous un verre rouge, l'oxyde est resté inaltéré.

L'iodure de mercure devient vert olive foncé, lorsqu'on l'expose, humide, à l'action de la lumière. Il se dégage

[1] Gmélin, I, 160.
[2] *Traité de l'air et du feu*, 133.
[3] Gmelin, III, 471 et 475.
[4] *Ibid.*, I, 160.

de l'acide iodhydrique, et la matière restante paraît être un mélange de protoxyde et de protoiodure de mercure. L'iodure sec n'est pas altéré ARTUS.[1].

L'oxyde d'argent et ses sels à acides faibles sont réduits par la lumière; l'action ultime est toujours de l'argent métallique.

Le nitrate d'argent fondu noircit à la lumière, celui qui est cristallisé ne noircit pas. M. ARTUS[2] attribue l'inaltérabilité du second à la présence de l'eau. Cependant, il n'a pas trouvé de différence en analysant les deux sels.

L'oxyde d'or et ses sels sont réduits à la lumière. SCHÈELE[3] l'avait déjà vu.

La lumière agit très-vivement sur un papier imprégné de chrômate de cuivre ou de mercure; elle fait noircir d'abord ce papier, puis survient une action blanchissante. L'auteur de cette observation, M. HUNT, a fait voir que les changements sont produits par des rayons qui sont placés entre le bleu le moins réfrangible et la limite extrême des rayons violets: l'effet noircissant (maximum) est produit par le bleu moyen, l'effet blanchissant paraît être produit avec le plus d'énergie par le violet le moins réfrangible[4].

Action speciale de la lumière sur le chlorure, le brômure et l'iodure d'argent. Nous faisons de cette étude un paragraphe séparé, parce qu'elle a été le plus complétement suivie, qu'elle a été la plus féconde en résultats.

[1] *L'Institut*, IV, 340.

[2] *Ibid.*, VI, 188.

[3] *Traité de l'air et du feu*, 132.

[4] *L'Institut*, XI, 331.

Schèele[1] fut le premier qui étudia la décomposition du chlorure d'argent. Cet expérimentateur habile et patient prouva non-seulement qu'il y avait décomposition, mais il constata, en outre, que dans le rayon violet prismatique la décomposition est plus rapide; enfin il démontra que la chaleur sans lumière est sans effet.

Schèele savait donc déjà distinguer ce qui tient à la chaleur de ce qui est le fait de l'action lumineuse. Bien plus, il constata, et Berthollet[2] le confirma plus tard, que dans cette décomposition il se forme de l'acide chlorhydrique susceptible de précipiter les sels d'argent. Schèele, de plus, prouva encore que de l'argent métallique était réduit. « L'acide marin, dit-il, ne pouvant s'unir à l'argent « métallique, il faut qu'il s'en sépare autant d'acide marin « qu'il y a de particules de lune cornée réduite. »

Schèele et Berthollet ont surabondamment prouvé que la lumière décompose effectivement le chlorure d'argent; cependant, les pertes de poids éprouvées par ce composé sont si insignifiantes, que dans l'analyse chimique on n'en tient pas compte. C'est, sans doute, cette observation qui a fait dire à M. Soubeiran[3] que, sous l'influence de la lumière, le chlorure d'argent n'éprouve qu'une modification isomérique : « De toutes les substances con- « nues, dit-il, une des plus impressionnables est le chlo- « rure d'argent qui perd sa couleur blanche et se trans- « forme en un composé violet, changement qui ne consiste « que dans une modification moléculaire. »

[1] *Traité de l'air et du feu*, 134 et 145.
[2] *Statique chimique*, I, 196.
[3] *Traité de physique*, 372.

De son côté, Berthollet a trouvé que le produit noirci par la lumière se dissout complétement dans l'ammoniaque, qu'il ne se dégage pas de gaz pendant l'altération et que le papier de tournesol rougit par l'eau qui imprègne le chlorure noirci. D'après Wetzlar[1], l'eau contient du chlore, et, selon M. Regnault[2], il se dégage de l'oxygène, et la liqueur renferme, au bout de quelque temps, de l'acide chlorhydrique.

Ces contradictions nous ont engagé à répéter cette expérience : au bout de deux heures, à la lumière diffuse même, l'eau qui recouvrait 3 grammes de chlorure d'argent, précipitait abondamment par le nitrate d'argent.

Mais, comme toute décomposition chimique doit être accusée par la balance, voici comment l'expérience a été dirigée :

9gr,015 d'argent parfaitement pur ont été transformés en nitrate. Le nitrate étendu de beaucoup d'eau a été précipité à point par l'acide chlorhydrique. Le chlorure *bien lavé* a été exposé, sous l'eau distillée pure, à l'action de la lumière solaire ; l'eau a été souvent renouvelée et le chlorure fréquemment agité et broyé, afin d'augmenter les surfaces et de le diviser davantage. Voici ce que j'ai observé pendant quatre jours :

Le chlorure d'argent est d'abord devenu gris bleuâtre, puis violet, violet-brunâtre et enfin brun violâtre ; le reflet violet est celui qui m'a paru dominer.

Au bout de peu de temps, l'eau dans laquelle le chlo-

[1] Berzélius, IV, 399.
[2] Regnault, III, 345.

rure se trouve plongé, ou celle qui se condense en gouttelettes sur la plaque de verre qui recouvre le vase, précipite par le nitrate d'argent. Cette même eau décolore facilement le sulfate d'indigo; son odeur n'est pas positivement celle du chlore, et si l'on note qu'il n'y a pas de dégagement apparent de gaz, on pourra admettre qu'il se forme un composé oxydé du chlore décolorant.

J'ai pensé aussi qu'il pourrait bien se former un oxychlorure d'argent; pour m'en assurer, j'ai recueilli avec soin le chlorure noirci, et, après l'avoir lavé et desséché à 100°, je l'ai pesé dans un tube bien sec. Le poids du chlorure, sans les minimes portions adhérentes au filtre et aux vases, était de 11gr,682.

Après avoir muni ce tube d'un tube de dégagement, j'ai chauffé le chlorure sur la cuve à mercure: je n'ai pas recueilli d'oxygène, il ne s'est dégagé que quelques bulles d'air dilaté. Le chlorure est entré en fusion, et il s'est séparé en deux couches, l'une jaune, transparente et cornée, l'autre noire et poreuse. Le poids du résidu après cette opération était de 11gr,681.

Les vases dans lesquels la réduction a été opérée ont été lavés à l'ammoniaque et la solution saturée par l'acide nitrique. Ce précipité et le résidu de l'incinération des filtres pesaient 0gr,051. Le poids total du chlorure après la réduction était donc de 11gr,732. Or, 9gr,015 d'argent donnent 11gr,978 de chlorure ($Cl=35{,}5$, $Ag=108$). La perte de poids est donc de 0gr,246 après quatre jours d'exposition du chlorure d'argent à la lumière solaire.

MM. Ritter, Bœckmann et Wollaston reprirent les expériences de Schèele; ils ne tardèrent pas de trouver que la

réduction du chlorure d'argent s'opère encore au delà du violet prismatique, dans des rayons invisibles de lumière plus réfrangible que le violet[1].

Ritter observa encore que ces rayons invisibles noircissent plus promptement le chlorure d'argent que les rayons violets eux-mêmes, et qu'il faut avoir égard à la nature du prisme. Celui qu'il employait était de crown-glass. Il trouva aussi, en observant le spectre à différentes distances, que, du côté du rouge, il y a également des rayons agissant chimiquement. Sans doute que, dans l'expérience de Ritter, le phénomène se complique par la présence d'un peu de lumière étrangère.

L'action chimique du spectre au delà du violet se manifeste encore à une distance égale, au moins, à la bande violette.

M. Bérard[2] a vu du papier teint avec du carbonate d'argent se comporter comme le chlorure d'argent dans le spectre.

Ces expériences ont été faites avec la lumière solaire directe ou avec celle qui a été réfractée par le prisme; mais on a varié l'expérience de la réduction du chlorure d'argent de mille manières; car la nature de la lumière employée, celle des milieux qu'elle traverse, ainsi que la nature du chlorure qui a servi à précipiter le chlorure d'argent, ont de l'influence. Nous allons donc faire plusieurs subdivisions, afin de mettre plus de clarté dans cette étude.

[1] *Transactions phil. pour* 1802; *Ch. de Thomson*, I, 26.
[2] *Mémoires d'Arcueil*, III, 39.

Papiers sensibles. Il n'est pas commode de se servir de chlorure d'argent en poudre pour étudier l'action de la lumière, lorsqu'on ne tient pas à déterminer les altérations que le composé a subies.

M. Arago se servait de plaques enduites de chlorure d'argent; M. Bérard, de papier enduit de carbonate d'argent; M. Daguerre, d'un papier préparé, en le plongeant successivement dans de l'éther chlorhydrique, devenu acide, et dans du nitrate d'argent[1]. M. Talbot imprègne son papier de chlorure de sodium et ensuite de nitrate d'argent. M. Hunt remplace le chlorure de sodium par le chlorure de baryum ou par d'autres chlorures, dans la préparation du papier sensible, et M. Malaguti par de l'alcool absolu acidifié par l'acide chlorhydrique.

On a obtenu avec ces papiers, dans les mêmes circonstances, des effets différents. Leur sensibilité extrême est encore augmentée par la présence de certaines préparations qu'emploie la photographie.

Influence de la nature de la lumière. D'après Vassali, le chlorure d'argent se colore à la lumière lunaire concentrée au foyer d'une forte lentille; Gay-Lussac a prouvé qu'il n'en est rien[2].

La lumière de la flamme de l'alcool, poussée sur un cylindre de chaux par un courant d'oxygène, colore le composé. Drummond.

La lumière d'un haut-fourneau, alimenté par du coke, le réduit aussi, ainsi que la lumière du mélange explosif

[1] *L'Institut*, VII, 37.

[2] *Ann. de chimie et de phys*, XIX, 215.

rendue vive par la chaux MALLET[1]. Celle du gaz oléfiant, même très-vive, ne le colore pas selon BRANDE[2]. On sait que la lumière des bougies est à peu près sans action, même sur les composés sensibles qu'emploie la photographie.

La lumière polarisée sous l'angle de 35°, 25' réduit aussi le chlorure d'argent[3]. BÉRARD.

Le rayon ordinaire et l'extraordinaire[4], provenant de la lumière qui a traversé le spath d'Islande, reçus sur du papier photogénique de chlorure d'argent, dans une chambre obscure, le réduisent. L'image extraordinaire a été trouvée la plus vive. SUTHERLAND.

La lumière des anneaux colorés le noircit par anneaux concentriques[5].

M. ARAGO a fait voir que la lumière solaire, qui interfère sur du chlorure d'argent, donne des bandes alternativement noires et blanches[6].

M. SEEBECK, ayant exposé du papier enduit de chlorure à l'action du spectre, a trouvé que chaque couleur prismatique colore le papier d'une couleur différente. Voici le tableau de ces différentes actions :

Dans le violet et au delà. . . .	brun rougeâtre.
— bleu	bleu ou bleu gris.
— jaune	jaune pâle ou rien.
— rouge.	rougeâtre.
Au delà du rouge.	rougeâtre pâle.

[1] *L'Institut*, VII, 328.
[2] *Ann. de chimie et de phys.*, XIX, 205.
[3] *Mémoires d'Arcueil*, III, 40.
[4] MOIGNO, *Répertoire d'optique moderne.*
[5] *Chimie de Thomson*, V, 537. — [6] *Ibid.*, V, 536.

Cependant, quand on se sert d'un prisme de flint, dans lequel l'action calorifique se manifeste le plus au delà du rouge, il arrive que le papier rougit même au delà de ce rouge prismatique[1].

Suivant le même auteur, du chlorure d'argent, devenu gris par l'exposition à la lumière diffuse, pâlit lorsqu'on le soumet pendant longtemps à l'aetion du rayon rouge, enfin il finit par rougir. Si l'on soumet le même composé dans le rouge qui résulte du mélange du violet et du rouge de deux prismes différents, il devient eramoisi.

Nous verrons que MM. Hunt et Claudet sont arrivés au même résultat par des moyens différents.

M. Bérard[2], ayant réuni, à l'aide d'une lentille, les parties du speetre, eomprises depuis le vert jusqu'au rouge, en un brillant foyer, a remarqué de son eôté que le ehlorure d'argent ne noircit pas, même au bout d'une demi-heure.

M. Robinson[3], ayant exposé une plaque daguerrienne à l'action de la lumière lunaire à la place de l'image d'un réflecteur de Cassegrain de 40 eentimètres d'ouverture et pendant une heure, trouva peu d'effet, une simple traee d'image, quoique l'image de la lune fut très-vive.

Mais M. Niepce de Saint-Victor a obtenu des matières si sensibles, qu'il a pu obtenir des images du soleil et de la lune sur des plaques albuminées[4]. D'une eommunication faite par M. Faye à l'Académie des sciences, il résulte

[1] Gmélin, I, 160.

[2] *Mémoires d'Arcueil*, III, 42.

[3] *L'Institut*, XI, 321.

[4] *Ibid.*, XVIII, 178.

d'autre part que M. Bond a obtenu l'image de la lune sur plaque daguerrienne[1].

Le papier de Daguerre se colore lentement et faiblement dans la lumière d'une lampe de Locatelli à double mèche : l'action est plus lente et plus faible encore par les rayons qui émanent d'un fer chaud non incandescent, pourvu qu'ils n'aient pas traversé une lame de verre. Il n'est pas noirci par les rayons qui émanent d'un vase rempli d'eau bouillante ni par des décharges électriques continues. Biot.

Le papier de Hunt, préparé avec le chlorure de baryum, se colore en cinq minutes dans la lumière d'une forte flamme de gaz.

Enfin M. Arago fait, à propos d'un travail de M. Niepce de Saint-Victor, *Sur la fixation des couleurs sur les plaques daguerriennes,* les remarques suivantes : « L'impression de « la lumière n'est pas la même à toutes les heures du jour ; « il y a plus, vers deux heures du soir elle est moindre qu'à « dix heures du matin. L'altération des couleurs sur la « plaque daguerrienne n'est pas la même quand on ex- « pose la plaque à la lumière à une heure ou à une autre ; « les couleurs sont moins fugitives quand on découvre la « plaque le soir, que le matin[2]. »

Influence de la nature des milieux que la lumière traverse.

Écrans liquides incolores. M. Malaguti[3], a soumis sou

[1] *L'Institut*, XIX, 201.
[2] *Ibid.*, XX, 359.
[3] *Ann. de chimie et de phys.*, deuxième série, LXXII, 5.

papier sensible à l'action de la lumière diffuse, derrière des écrans liquides; il en a constaté l'influence d'une manière évidente, en comparant les teintes, au bout d'un temps variable, avec des papiers étalons artificiels et inaltérables à la lumière. Si l'on prend pour unité l'action retardatrice de l'air, on trouve, par le tableau suivant, que le papier noircit plus vite lorsque l'écran contient de l'eau au lieu d'air, et que certains liquides ralentissent manifestement le pouvoir réducteur, tandis que d'autres sont sans influence.

Tableau[1] *des pouvoirs rétardateurs de plusieurs liquides ayant une épaisseur commune de* 9mm, *celle des parois du vase étant de* 4mm.

NOMS ET CARACTÈRES DU LIQUIDE.		Nombre qui exprime le rapport entre le pouvoir retardateur de l'air pris pour unité et celui de la substance.
Air		1,0000
Eau distillée		0,7645
Acide chlorhydrique	$d = 1,1907$ à $+ 20°$	1,2344
— azotique incolore	$d = 1,355$ à $+ 17°$	1,4872
Sulfure de carbone incolore.	$d = 1,260$ à $+ 18°$	1,4964
Hydrure de benzoïle —	$d = 1,053$ à $+ 20°$	2,0034
Essence de copahu —	$d = 0,886$ à $+ 17°$	1,7044
— de térébenthine —	$d = 0,801$ à $+ 16°$	1,7644
— de citron —	$d = 0,8399$ à $+ 20°$	2,8258
— de romarin —	$d = 0,8912$ à $+ 20°$	3,0172
— de lavande —	$d = 0,880$ à $+ 17°$	3,1405
Créosote incolore	$d = 1,038$ à $+ 22°$	3,9397

Corps dont la présence dans l'écran ne modifie pas l'action de la lumière sur le papier sensible.

Liqueur des Hollandais.	Ether.	Benzoate de méthylène.
Alcool absolu.	Naphte.	Ether acétique.
Esprit de bois.	Protochlorure de phosphore.	— oxalique.
Acétone.	Deutochlorure d'étain.	Acide sulfurique.
Chlorure de benzoïle.	Acétate de méthylène.	— acétique cristallisable.

M. Malaguti a encore observé que le pouvoir retarda-

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, deuxième série, LXXII, 19.

leur des essences de copahu, de térébenthine et d'amandes amères, augmente par une exposition prolongée à la lumière, soit par l'influence de l'air, soit aussi sans le contact de ce fluide, mais seulement par l'action de la lumière.

Écrans liquides colorés. M. Draper[1], ayant soumis du papier de chlorure d'argent à l'action de la radiation solaire sous certaines dissolutions jaunes, a reconnu qu'il ne noircit pas, même lorsque l'on concentre cette lumière à l'aide d'une lentille.

Voici la liste de ces dissolutions :

Dissolutions de chrômate de potasse neutre, de pentasulfure d'ammonium, de pentasulfure de calcium, de perchlorure de fer, de sesquichlorure d'or, de bichlorure de platine, et des infusions jaunes végétales.

Sous la dissolution du bichrômate de potasse, le papier devient jaune verdâtre au bout de cinq jours; sous celle du cyanure rouge, rouge brique; et sous celle de l'oxyde de cuivre ammoniacal, il devient vert brun.

Écrans de gaz colorés. La lumière qui a traversé le chlore gazeux ou l'acide hypochloreux, colore en jaune le papier sensible préparé par le chlorure de baryum; et celle qui traverse la vapeur nitreuse, le colore en rouge.

La lumière qui a traversé la vapeur de brôme ne colore pas le papier préparé avec le chlorhydrate d'ammoniaque. Le même papier, sous l'influence de la vapeur d'iode, prend une coloration irisée, qui, par l'action di-

[1] Moigno, 942; *L'Institut*, VIII, 140.

recte du soleil, se change en quelques minutes en une teinte violette uniforme[1].

Écrans solides. Les écrans solides modifient aussi l'action chimique de la lumière, ainsi que l'ont constaté plusieurs observateurs.

M. Biot a vu que l'action de la lumière sur le papier sensible de chlorure d'argent peut être retardée par son passage à travers certains écrans incolores. Ainsi, un écran de gypse diminue le moins la coloration; viennent ensuite le cristal de roche, le verre bleu, les plaques de gélatine (papier de gélatine)[2].

Mme de Sommerville[3] a observé la réduction du chlorure d'argent placé sous une foule de substances solides, colorées ou incolores. L'épaisseur de la couche solide, que la lumière doit traverser, a une influence très-sensible.

Certains verres verts, sous diverses épaisseurs, empêchent complétement la réduction. Il est à remarquer que les mêmes verres, entre les mains de M. Melloni, arrêtèrent les rayons calorifiques les plus réfrangibles du spectre.

Des lames de mica vert n'empêchent pas la réduction sous de faibles épaisseurs, elles l'empêchent sous des épaisseurs plus grandes. Six lames de mica blanc n'ont pas empêché la réduction de se faire; cette substance, d'un autre côté, ne paraît apporter aucun obstacle à la transmission des rayons calorifiques.

L'émeraude, le sel gemme, le verre bleu foncé et le

[1] *L'Institut*, VIII, 179.
[2] *Ibid.*, VII, 58.
[3] *Ibid.*, IV, 352, et *Répertoire d'optique moderne*, 683.

verre violet coloré par du manganèse, enfin un autre verre bleu de l'épaisseur d'un quart de pouce, n'empêchent pas la réduction.

Le beryl jaune, les tourmalines brune et verte, empêchent presque complétement la réduction, au moins pour les épaisseurs employées.

Sous un verre rouge foncé, l'action réductive parut faible, tandis que le grenat rouge foncé ne l'empêche presque pas.

Sous la topaze blanche et bleue, le beryl bleu pâle, la cyanite, le spath pesant, l'améthyste, la réduction s'opère avec facilité.

Mme DE SOMMERVILLE trouve que le sel gemme, les verres blancs, bleus et violets, présentent le maximum de perméabilité aux rayons qui opèrent des réductions chimiques; le verre et le mica verts lui ont présenté le minimum d'action.

SEEBECK[1] a aussi vu que le chlorure d'argent noircit derrière des verres violets, bleus ou bleu verdâtre; qu'il ne se modifie pas, ou presque pas sous des verres jaunes ou jaune verdâtre; sous des verres jaune rouge, il devient, après une longue exposition, légèrement rouge. Le chlorure, déjà légèrement noirci par la lumière, devient plus pâle, puis jaune sale ou rougeâtre sous des verres jaune rougeâtre.

M. HUNT a donné un tableau général des écrans, tant gazeux, liquides, que solides, rangés d'après leur pouvoir de retenir les rayons chimiques. Le voici[2]:

[1] GMELIN, *Traité de chimie*, I.
[2] *L'Institut*, VIII, 147.

Première série. Azote, air, oxygène, hydrogène, acide carbonique, oxyde de carbone, vapeur d'eau invisible, protoxyde d'azote, eau, alcool absolu.

Deuxième série. Verre anglais, spath d'Islande, carbonate de soude, nitrate de potasse, nitrate de potasse fondu opaque, camphre, acide sulfurique, acide cyanhydrique de Schèele.

Troisième série. Crownglass, flint, mica, verre français, alun, gomme arabique, verre et crownglass anglais, verre d'Allemagne un peu coloré, deux morceaux de crown, spath fluor pourpre, vapeur nitreuse, vapeur d'iode.

Quatrième série. Verre et flint anglais, flint et crown, créosote, essence d'anis d'Allemagne, de romarin, de menthe poivrée anglaise et de sabine, quatre morceaux de crown, ambre, spath fluor, essence de lavande, de carvi et de girofles, baume du Canada.

Cinquième série. Verre vert à bouteilles, chlore, acide hypochloreux, vapeur de brôme, brôme liquide, verre légèrement enfumé.

Nous donnons ce tableau comme indication, non que nous croyons d'une manière absolue à la possibilité de faire des classements, mais pour constater, une fois de plus, l'influence des milieux que la lumière traverse sur son action chimique.

Influence de la nature du prisme.

Ritter avait remarqué, comme nous l'avons dit, que le spectre au delà du violet exerce encore une action chimique. Le fait, constaté par Wollaston, varie avec la nature du

prisme. M. BÉRARD a observé que le bord extrême du violet exerce la plus forte action chimique; cette action varie aussi avec la nature du prisme, ainsi que le montre le tableau suivant, construit d'après les observations de M. HESSLER[1], de Gratz.

Cet observateur enduit du papier de gomme et le saupoudre de chlorure d'argent, ensuite, à l'aide d'un héliostat, il fait tomber la lumière solaire sur des prismes de diverses substances. Le chlorure d'argent noircit plus ou moins rapidement suivant la nature du prisme. L'étendue de la partie noircie varie aussi. La force et le maximum de l'action manifestés par l'intensité de la coloration, se montrent dans diverses parties du spectre.

Il semble que cette étude de l'action des prismes se complique de l'action des écrans; il est clair, en effet, que le prisme doit agir sur la lumière pour en retirer les parties actives comme les milieux étudiés précédemment, indépendamment de son pouvoir de dévier le rayon lumineux.

NATURE DU PRISME	Energie de la colorat. et commencement de l'action reductrice	Étendue de la surface réduite en lignes.	LIMITES EXTRÊMES DU NOIRCISSEMENT. depuis	jusqu'à	Point de la plus forte réduction ou du plus fort noircissement.
Alcool.	immediatement .	—	Bp . . .	4 lignes dans oV	V. a 1/4 du B.
Ess. de térebenthine	13 minutes. . .	—	3 lignes dans B	1 1/2 lig. dans oV	V. à 1/3 du B.
Eau	1 4 min. tres-energ.	13	2 lignes dans B .	1 3/4 lig. dans oV	V., milieu.
Huile d'amandes .	2' 2/3 tres-faible .	12	L. du B . . .	2 lignes dans oV	V., milieu
Dis. de sulf. de cuiv.	1 2' très-énergique	12 1/2	1 1/2 lig. dans B.	1 ligne dans oV,	V. 1/3 du bV.
Verre bleu ord. pâle	1/2' moyenne . .	19 1/2	2 lignes dans B.	2 lignes dans oV	V. près du bV.
Sol. d'acét. de plomb	3' —	11	L. du B. . .	4 lignes dans oV	bV.
Essence d'anis . .	1' faible . . .	36	L. du B. . .	loin dans oV. .	bV.
Crownglass . . .	1' 1 2 faible . .	18	L. du B . . .	4 lignes dans oV	bV.
Flintglass . . .	2' 1 3 —	42	V., milieu . .	31 lignes dans oV	dans oV à 3 lig. du bV.
Essence de Cassia .	12' très-faible.	84	L. du jaune . .	36 lignes dans oV	dans oV a 23 lig. du bV.

Bp. = bleu pâle; B. = Bleu; V. = violet; bV. = bord du violet; oV. = obscur au delà du violet; L. = limite.

[1] GMELIN, I, 162.

D'après ce tableau, on voit que le maximum de réduction ou de noircissement ne dépend ni de la densité, ni du pouvoir réfringent, ni du pouvoir dispersif du milieu réfringent.

M. E. Becquerel a fait des remarques semblables en se servant d'iodure d'argent à l'état de papier sensible.

Influence de la nature du chlorure qui a servi à préparer le papier sensible.

Suivant la nature du chlorure métallique qui a servi à la préparation du papier sensible, le chlorure d'argent acquiert la propriété de se colorer diversement, lorsqu'on le soumet à l'action de la même lumière.

Voici le tableau des expériences que M. Hunt[1] a faites en plaçant la série des divers papiers sous des verres de couleurs différentes :

Nature du chlorure métallique qui a servi à précipiter le nitrate d'argent	Verre bleu.	Verre vert.	Verre jaune.	Verre rouge.
Chlorure de sodium . .	Pourpre . . .	Bleu . . .	Violet. . .	Chocolat.
— potassium.	Pourpre clair.	Bleu de ciel	Violet léger	Rougeâtre.
— calcium . .	Violet riche .	Bleu pâle .	Bleu . . .	Rougeâtre.
— ferreux . .	Rouge	Incolore. .	Rouge pâle	Gris de plomb.
— ferrique. .	Bleu	Jaunâtre .	Jaune pâle.	Brun rougeâtre
— baryum . .	Pourpre rouge	Lilas . . .	Chocolat .	Rouge œillet.
— manganèse	Brun riche. .	Rougeâtre.	Rouge . .	Jaune.
— ammonium	Brun olive . .	Brun pâle.	Brun . . .	Orangé.

M. Hunt[2] a encore observé que de semblables papiers, d'abord noircis par la lumière solaire incolore, étant soumis à l'action de cette même lumière, sous des verres colorés, prennent, au bout de quelques jours, les teintes suivantes :

[1] *L'Institut*, VIII, 178.
[2] *Ibid.*, VIII, 179.

Chlorures qui ont servi.	Nombre de lavages au nitrate d'argent.	Couleur produite par la lumière solaire directe.	Couleurs et changements produits dans les couleurs de la colonne précédente par les verres.			
			Bleu.	Vert.	Jaune.	Rouge.
Sel ammoniac .	2	Chocolat . .	Olive . . .	Vert	Jaune pâle.	Rouge.
Chlorure de Mn.	2	Brun . . .	Brun . . .	Grisâtre. . . .	Bleu brunâtre	Rouge.
Acide chloro-iodique . . .	2	Bronze riche .	Noir bleuâtre.	Teinte plus foncée.	Coul. prim. plus foncée	Rouge obscur.
Chloro-iodure de potassium. .	2	Bleu brunâtre.	Noir brunâtre.	Raisin de Corinthe.	Bleuâtre .	Rougeâtre.

M. Niepce de Saint-Victor, en préparant des papiers sensibles avec divers chlorures, a cru remarquer une relation entre la couleur que prend le papier sous l'influence de la lumière et la couleur que ces chlorures communiquent à la flamme[1]; il a vu depuis[2] que cela tient à la proportion du chlore ou du chlorure et a confirmé ainsi les expériences de M. Hunt.

Il est possible que dans ces expériences ce ne soit pas tant la nature différente du chlorure d'argent qui influe sur la coloration, que la présence simultanée d'un excès du précipitant qui agit, soit pour son compte, soit secondairement. Dans tous les cas, ces faits sont à rapprocher de l'observation de M. Becquerel, qui a vu l'iodure d'argent se noircir plus rapidement par la lumière, lorsqu'il se trouve en présence d'un excès de nitrate d'argent, et de celle de M. Herschel, confirmée par M. Blanquard-Evrard, sur l'influence accélératrice du fluorure de potassium[3]. L'acide acétique mêlé au nitrate d'argent est aussi employé comme agent accélérateur par les photographes.

On sait, d'un autre côté, que le bichlorure de mercure

[1] *L'Institut*, XIX, 178.
[2] *Ibid*, XX, 42.
[3] *Ibid.*, XVIII, 193.

empêche complétement le noircissement du chlorure d'argent par la lumière.

M. Becquerel[1] a fait une expérience extrêmement brillante: Après avoir recouvert une plaque d'argent d'une couche mince de chlorure d'argent (soit en exposant cette plaque à la vapeur de l'eau chlorée, soit en la trempant dans l'eau chlorée, soit enfin en la suspendant à l'électrode positif d'une pile, dans l'acide chlorhydrique ou dans une dissolution de bichlorure de cuivre), il l'exposa, après l'avoir séchée à la lampe, dans un spectre très-pur. Il obtint sur la plaque une peinture de ce spectre: le rouge, le vert et le bleu étaient les plus purs; le jaune et l'orange étaient moins apparents.

Le brômure et l'iodure d'argent sont aussi facilement réduits par la lumière que le chlorure.

M. Draper[2], en se servant d'une plaque daguerrienne, et, pour lumière, de celle d'un spectre d'interférence, trouva que le maximum d'action répond au rayon dont la longueur d'onde est 1538, et que l'action chimique ne s'étend pas également, à partir de ce rayon, des deux côtés du spectre.

M. Daguerre employa le brômure d'argent sous forme de papier sensible. La chaleur n'altère pas ce papier; à la lumière, il se colore d'abord en bleu vert, puis en olive et enfin en noir.

M. Hunt a observé que l'iodure d'argent, bien lavé et séché, se colore lentement à la lumière, et que cette

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, XXII, 451, et XXV, 447.
[2] *Répertoire d'optique moderne*, 949.

coloration se conserve dans l'obscurité; si, au contraire, après l'avoir noirci tandis qu'il est encore humide, on le transporte dans l'obscurité, il y redevient jaune.

M. Claudet[1], de son côté, a observé que les rayons qui ont traversé des verres rouges, oranges et jaunes, détruisent l'action de la lumière blanche sur les plaques d'argent poli, de telle sorte que leur pouvoir de condenser le mercure a de nouveau disparu.

La nature de la substance, sur laquelle l'iodure d'argent se trouve précipité, paraît avoir de l'influence sur la réduction; c'est ainsi que M. Hunt[2] a vu une couche de collodion ioduré s'impressionner sous verre jaune. Une bande de rayons chimiques, s'étendant du bord extrême du vert jusqu'au delà du violet visible, passe à travers ces verres et impressionne la couche sensible.

On sait, d'autre part, que les plaques de verre enduites d'albumine iodurée, de gelatine iodurée et plongées ensuite dans du nitrate ou de l'acétonitrate d'argent[3], sont inégalement impressionnables à la lumière. De mon côté, je me suis assuré que réellement la nature de la couche sur laquelle la matière sensible est précipitée influe, non-seulement sur la rapidité de l'impression, mais encore sur la profondeur à laquelle l'image apparaît, aussi bien que sur sa netteté.

M. E. Becquerel[4] s'est assuré que l'iodure d'argent se comporte d'une manière analogue au chlorure, lorsqu'on

[1] *Comptes rendus*, XXV, 554.
[2] *Cosmos*, I, 599.
[3] Mélange de nitrate d'argent et d'acide acétique.
[4] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, IX, 257.

varie la nature du prisme et des écrans. M. Hunt[1], de son côté, a constaté que l'iodure d'argent acquiert la propriété de se colorer différemment, suivant la nature de l'écran coloré traversé par la lumière avant qu'elle arrive sur lui : il se colore en brun dans la lumière ordinaire; sous une solution d'oxyde de cuivre ammoniacal, en bleu clair riche; sous une solution d'acétate de cuivre, en brun; sous celle du sesquichlorure de fer, en vert, et sous celle du carmin dans l'ammoniaque caustique étendu, en brun rouge.

IV. THÉORIES IMAGINÉES POUR EXPLIQUER CES PHÉNOMÈNES.

Schèele, le premier qui s'occupa de l'action chimique de la lumière, fut aussi le premier qui imagina une théorie pour l'expliquer.

De son temps, la théorie newtonienne de l'émission dominait l'optique; la lumière était donc matérielle pour Schèele. La théorie de Stahl, la théorie du phlogistique, était encore le seul guide dont put se servir Schèele, pour concevoir une explication chimique rationnelle. Lavoisier n'avait pas encore formulé sa doctrine d'une manière définitive. On était encore loin des travaux modernes.

La théorie imaginée par Schèele roule donc sur deux hypothèses fondamentales : le système de l'émission, de la matérialité de la lumière, et le système du phlogistique.

Les chimistes du temps de Lavoisier : Berthollet, Four-

[1] *L'Institut*, VIII, 179.

CROY, etc., de même que SCHÈELE, regardaient le système de l'émission comme vérité démontrée, et la matérialité de la lumière comme nécessaire. Ils ne pouvaient pas, par conséquent, complétement soulever le voile; mais la théorie de LAVOISIER, désormais complète, leur permit de mieux expliquer les phénomènes dans leurs manifestations extérieures.

Enfin, depuis le commencement de ce siècle, on est entré dans la bonne voie. M. ARAGO, par une expérience mémorable, a rattaché les actions chimiques de la lumière au système des ondulations, et aujourd'hui les physiciens les plus autorisés suivent la même voie. De plus, on a reconnu dans le spectre solaire plusieurs spectres superposés, pour ainsi dire.

Théorie de Schèele. Après avoir constaté plusieurs réductions, entre autres celle de l'oxyde d'argent et celle du chlorure, avec revivification du métal, « d'où, s'écrie SCHÈELE[1], cet argent aurait-il donc repris du phlogistique, si ce n'est de la lumière du soleil ? »

Ayant réduit de la chaux de mercure et de la chaux d'or au foyer d'une lentille, « on pourrait, dit-il, attribuer cette réduction à la chaleur du foyer; mais cela même démontrerait la présence du phlogistique dans la lumière, puisqu'il ne saurait y avoir de chaleur sans phlogistique. »

Comme on le voit, pour SCHÈELE, la réduction des corps se fait, parce qu'ils reprennent à la lumière le phlogistique qu'ils ont perdu en entrant en combinaison.

De ses expériences sur la réduction des oxydes métal-

[1] *Traité de l'air et du feu*, 131.

liques et du chlorure d'argent, Schèele voudrait conclure que la lumière n'est autre chose que le principe inflammable (le phlogistique). Cependant, comme la lumière ne réduit pas toutes les chaux métalliques, cet esprit si logique se perd dans le dédale de la doctrine de Stahl, pour s'expliquer pourquoi la lumière, contenant du phlogistique, n'opère pas toutes ces réductions.

C'est en voulant prouver que la lumière n'est pas du phlogistique pur, qu'il exposa le chlorure d'argent aux couleurs du spectre et qu'il fit voir pour la première fois, par une brillante expérience, le fait surprenant que la lumière violette le noircit plus rapidement que les autres couleurs prismatiques.

Théorie de Lavoisier. Il est certain que Lavoisier, supposant la lumière matérielle, admettait la possibilité de sa combinaison avec la matière.

En effet, en 1789, il disait dans son traité de chimie : « Je n'ai point formé de tableau pour les combinaisons de la lumière et du calorique avec les substances simples ou composées, parce que nous n'avons point encore des idées suffisamment arrêtées sur ces sortes de combinaisons.

« A l'égard de la lumière, ses combinaisons et sa manière d'agir sur le corps sont encore moins connues. Il paraît seulement, d'après les expériences de M. Berthollet, qu'elle a une grande affinité avec l'oxygène, qu'elle est susceptible de se combiner avec lui et qu'elle contribue avec le calorique à le constituer dans l'état de gaz. »

Il pensait aussi que, dans l'acte de la végétation, la lumière se combine avec quelques parties des plantes, et que c'est à cette combinaison qu'est due la couleur verte

des feuilles et la diversité de couleur des fleurs. « Il est au moins certain, ajoute-t-il, que les plantes qui croissent dans l'obscurité sont étiolées, etc. »

FOURCROY[1] constate que la lumière opère des combinaisons et des décompositions.

« Ces effets généraux, dit-il, sont presque toujours dus à ce que la lumière enlève aux corps brûlés les principes qu'ils ont absorbés en brûlant, de sorte que, d'incombustibles qu'ils étaient devenus, ils repassent à l'état de combustibles. On peut dire qu'en général, la lumière débrûle les corps brûlés. »

BERTHOLLET[2], adoptant la théorie de LAVOISIER sur la combinaison de la chaleur avec les corps, dit : « Selon cette théorie adoptée par le plus grand nombre des chimistes, la lumière peut se fixer dans les corps, et elle reprend par là les propriétés du calorique combiné. »

Pour BERTHOLLET, du reste[3], la lumière est identique avec la chaleur. Il n'y a rien d'étonnant dès lors qu'il rapporte les effets de lumière à des effets de calorique.

Théories modernes. Depuis les travaux entrepris par FRESNEL pour expliquer les phénomènes de la lumière par le système des ondulations, les anciennes hypothèses sur l'action chimique de la lumière ne sont plus soutenues : les partisans mêmes du système de l'émission ne soutiendraient plus aujourd'hui la possibilité d'une combinaison d'oxygène ou de chlore avec la lumière, d'autant que la lumière ne se borne pas à opérer des décomposi-

[1] *Phil. chim.*, 89.

[2] *Statique chimique*, 189 et suiv. — [3] *Id.*, 204.

tions, des désoxydations, à débrûler les corps brûlés, comme dit FOURCROY, mais qu'elle favorise, au contraire, la combinaison de l'oxygène, du chlore avec une foule de substances; en un mot, la lumière est, tout aussi bien que l'électricité et la chaleur, un agent de composition et de décomposition.

On comprendrait que l'on puisse admettre la combinaison de la lumière avec les corps et la comparer à la chaleur, s'il était possible de reproduire la lumière supposée devenue latente, comme la chaleur latente peut redevenir libre lorsqu'elle a été absorbée pour produire des changements d'état.

« Si la lumière, dit FRESNEL[1], n'est qu'un certain mode « de vibrations d'un fluide universel, comme les phéno- « mènes de la diffraction le démontrent, on ne doit plus « supposer que son action chimique sur les corps consiste « dans une combinaison de ses molécules avec les leurs, « mais dans une action mécanique que les vibrations de « ce fluide exercent sur les particules pondérables, et qui « les oblige à de nouveaux arrangements, à de nouveaux « systèmes d'équilibre plus stables, pour l'espèce ou l'éner- « gie des vibrations auxquelles elles sont exposées. On voit « combien l'hypothèse que l'on adopte sur la nature de la « lumière et de la chaleur peut changer la manière de « concevoir leurs actions chimiques, et combien il importe « de ne pas se méprendre sur la véritable théorie, pour ar- « river enfin à la découverte des principes de la mécanique « moléculaire, dont la connaissance jetterait un si grand

[1] *Chimie de Thomson*, V, 136.

« jour sur toute la chimie. Si quelque chose doit contribuer « puissamment à cette grande découverte, et révéler les se- « crets de la constitution intérieure des corps, c'est l'étude « approfondie des phénomènes de la lumière. »

M. Biot, l'illustre doyen de l'Académie des sciences, dans un rapport sur un mémoire de M. E. Becquerel, rappelle le fait général, « que de chaque point des corps il dé- « rive continuellement une infinité de radiations rectilignes, « résultant d'une émission matérielle ou d'ondulations pro- « pagées, susceptibles d'être absorbées, réfléchies, réfrac- « tées, et qui, selon leurs qualités propres, attachées à leur « nature, ainsi qu'à leurs vitesses actuelles, peuvent pro- « duire la vision, la chaleur, et déterminer certains phéno- « mènes chimiques lorsqu'elles sont reçues par des subs- « tances ou par des organes sensibles à leurs impressions. « Et les substances ainsi affectées éprouvent souvent sous « cette influence une excitation qui a pour résultat la sé- « paration de leurs éléments constituants chimiques, ou « qui les dispose à former des combinaisons que nous ne « pourrions pas autrement déterminer[1] »

On le voit, pour Fresnel comme pour M. Biot, les anciennes explications de l'action chimique de la lumière ne peuvent plus être soutenues ; ce n'est pas en se combinant avec l'un des éléments des composés que la lumière les détruit.

Il nous semble que l'on peut ranger en quelques propositions les différentes découvertes faites sur l'action chimique de la lumière depuis 1800 environ.

[1] *L'Institut*, IX, 9.

I. La lumière contient des rayons qui ont une action spéciale sur les combinaisons chimiques. Ce sont les rayons ou le spectre chimiques.

II. Les rayons chimiques suivent les lois générales des rayons lumineux, c'est-à-dire qu'ils interfèrent, se polarisent, se réfléchissent, se réfractent, ont des raies comme le spectre lumineux.

III. L'action chimique de la lumière est due à un ébranlement mécanique que les vibrations lumineuses du spectre chimique impriment à la matière.

Première proposition.

La lumière contient des rayons qui ont une action spéciale sur les combinaisons chimiques.

Cette proposition est prouvée par les expériences de MM. Bérard, Seebeck, Hunt, Draper, etc., rapportées dans les trois premières parties.

M. Becquerel[1] a de plus reconnu deux ordres de rayons chimiques, les *rayons excitateurs* et les *rayons continuateurs*. Il est vrai que les résultats de M. Becquerel ont été contestés, mais il nous semble que M. Becquerel était en droit de tirer cette conclusion de son travail. D'ailleurs, plusieurs des expériences citées de MM. Draper et Hunt nous paraissent venir à l'appui de cette manière de voir.

On doit cependant convenir que certaines modifications apportées dans les composés ne peuvent pas être

[1] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, IX, 257.

considérées comme des décompositions, mais plutôt comme des modifications isomériques du composé primitif, par lesquelles la substance a acquis la propriété d'absorber certains rayons lumineux et de réfléchir les autres.

Deuxième proposition.

Les rayons chimiques suivent les lois générales des rayons lumineux, c'est-à-dire 1° qu'ils interfèrent; 2° se polarisent; 3° se réfléchissent; 4° se réfractent; 5° et sont discontinus comme le spectre lumineux.

1° Les rayons chimiques interfèrent.

Ce fait résulte de l'expérience de M. Arago[1], citée dans la troisième partie, page 30, et de celle de Young[2] par son *Expérience sur les anneaux colorés*, même page.

2° Les rayons chimiques se réfléchissent.

L'expérience de M. Arago le prouve aussi, car c'est la lumière réfléchie qui est employée à la formation des franges d'interférence.

3° Ils se réfractent.

Toutes les expériences faites avec le spectre le démontrent.

4° Le spectre chimique est discontinu.

M. E. Becquerel[3] l'a prouvé en recevant un spectre sur du papier sensible de chlorure d'argent, de brômure, d'iodure, d'acide chrômique et de résine de gaïac. Les places correspondantes aux raies restent noires si l'image est po-

[1] *Chimie de Thomson*, V, 536. — [2] *Ibid.*, V, 537.

[3] *Ann. de chimie et de phys.*, troisième série, IX, 261.

sitive; elles sont marquées en blanc si l'image est négative.

5° Les rayons chimiques se polarisent comme les rayons lumineux.

Ceci résulte de l'expérience de MM. Bérard et Sutherland, que nous avons rapportée dans la troisième partie, page 30.

Troisième proposition.

L'action chimique de la lumière est due à un ébranlement mécanique que les vibrations lumineuses des rayons chimiques impriment à la matière.

Cette vérité ne paraît pas douteuse si le système de l'émission n'est pas vrai et si le système des ondulations, au contraire, est l'expression des faits.

Voici comment Fresnel tire cette conséquence de l'expérience de M. Arago[1], citée plus haut :

« On voit que ce fait[2], *indépendamment de toute théorie*, « renverse l'hypothèse avancée par plusieurs savants, d'après « laquelle les effets chimiques de la lumière résulteraient de « sa combinaison avec les corps ; car, s'il en était ainsi, il y « aurait toujours d'autant plus d'effet produit que la quan- « tité de molécules lumineuses serait plus considérable, et « l'on ne devrait, dans aucun cas, augmenter l'action chi- « mique de la lumière en soustrayant une partie des rayons « incidents, » et c'est ce qui arrive si l'on couvre l'un des miroirs.

« En adoptant[3] le système des ondulations, le seul

[1] *Chimie de Thomson*, V, 536. — [2] *Ibid.*, V, 537 — [3] *Ibid.*, V, 535.

« qui puisse se concilier avec les phénomènes de la diffrac-« tion, on ne pouvait pas considérer l'action chimique de « la lumière comme résultant d'une combinaison des molé-« cules lumineuses avec le corps, puisque, d'après cette « théorie, l'intensité de la lumière ne tient plus à l'abon-« dance du fluide lumineux, mais à la vivacité de ses vi-« brations. Il en résulte évidemment que l'action chimique « de la lumière doit consister dans une action mécanique « de l'éther sur les molécules des corps qui l'environnent « de toutes parts, et qui l'obligent à de nouveaux arrange-« ments d'équilibre, à de nouvelles combinaisons plus « stables, quand les vibrations augmentent d'énergie; on « conçoit que la nature des vibrations doit influer sur les « effets chimiques qu'elles produisent. »

Vu et admis à la soutenance,

Strasbourg, le 27 juillet 1853.

Le doyen,

A. DAUBRÉE.

Vu,

Strasbourg, le 28 juillet 1853.

Le recteur de l'Académie,

A. DONNÉ.